

Problemática de la gestión de los sistemas de reproducción del color

Francisco Miguel Martínez Verdú

verdu@ua.es

http://www.ua.es/area/vision_color

Susana Otero Belmar

sotero@aido.es

<http://www.aido.es>



Madrid, 18 de Septiembre de 2007

Sumario

- **Sistemas de reproducción del color (UA)**
 - Aditivo, sustractivo y mixto
 - Semejanzas y diferencias
 - Caracterización de sistemas de reproducción de color

- **La problemática de la gestión del color (AIDO)**
 - Comunicación del color
 - Avances tecnológicos y normativos en AAGG
 - Pruebas de aceptación para clientes finales
 - Caracterización y gestión del color con materiales y soportes especiales (UA)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Preámbulo

- **¿Se puede describir numéricamente un color?**
 - Sí, existen “matemáticas” en la Ciencia del Color; existen varios lenguajes de color y diccionarios entre ellos; los colores se pueden comparar y ordenar
- **¿Qué clase de colores básicos (primarios) y cuánta cantidad de ellos debemos mezclar para conseguir un color determinado sobre un medio/suporte específico?**
 - Medios: papel, plástico, fibra textil, pintura, vidrio, etc
 - Reproducción espectral vs. colorimétrica:
 - Igualación de la “característica” espectral: $\rho(\lambda)$, etc
 - Igualación de datos colorimétricos: XYZ, $L^*a^*b^*$, etc
 - A nivel exacto, relativo, etc



Métodos de reproducción del color (I)

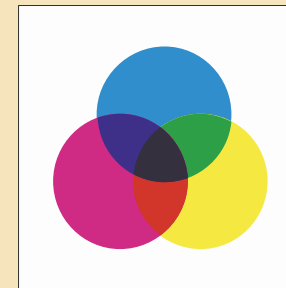
■ Aditivos:

- $R + G + B = W$, desde BK
- Proyección triple, parpadeo, mosaico



■ Sustractivos:

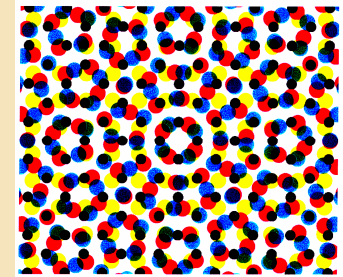
- $C + M + Y = BK$, desde W
- Colorantes y pigmentos
- Modelado de objetos transparentes $\tau(\lambda)$ vía ley Lambert-Beer
- Modelado de objetos traslúcidos $\tau(\lambda)$ y opacos $\rho(\lambda)$ vía ley de Kubelka-Munk



Métodos de reproducción del color (II)

■ Híbridos I: impresión tramada

- Método aditivo por mosaico
- Primarios CMY + K
- Impresión monocroma vs. policroma
- Tramada analógico vs. estocástico (digital)
- Modelado vía Yule-Nielsen + n-Neugebauer + celular



■ Híbridos II:

- Captura – imagen + impresión a color
- Fotografía fotoquímica:
 - Diapositiva vs. papel fotográfico (fotosensible)



aido
OPTICA COLOR IMAGEN
Instituto tecnológico



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



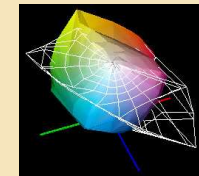
Métodos de reproducción del color (III)

■ Semejanzas:

- Descripción espectral de los colorantes (primarios)
- Mezcla de colorantes (primarios) vía álgebra lineal
 - Pantallas: mezcla de espectros de luz (radiancia) $L_e(\lambda)$
 - Impresión tramada: reflectancia espectral $\rho(\lambda)$
 - Pinturas: función K-M, no lineal con la reflectancia espectral
- Variables locales (digitales) vs. escalares asociados a los colorantes (primarios)

■ Diferencias:

- Comportamiento espectral no óptimo para los colorantes (primarios)
- Gammas diferentes de colores de reproducibles
- Interacción físico-química entre los colorantes y el sustrato



Caracterización de los sistemas de reproducción del color

■ Calibración vs. caracterización:



□ Calibración: ajuste de los parámetros del modelo de caracterización



Tipos de modelos de caracterización de color

- Según fenomenología físico (óptica) y química de la interacción luz-materia
 - Modelos analíticos, y, por tanto, invertibles
 - Lambert-Beer, Kubelka-Munk, multiflujo, etc
 - Espectral Neugebauer-Yule-Nielsen (celular)
 - Caracterización de los colorantes primarios y sus mezclas binarias y terciarias
- Según relaciones matemáticas ad-hoc:
 - Modelos no invertibles
 - Regresión polinómica de 2º, 3º y 4º orden
 - Interpolación lineal de entrada/salida múltiple
 - Necesario datos de entrenamiento (carta-color) y conjunto de colores para el ensayo (test) final



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Ejemplos de caracterización de dispositivos de color

■ Dispositivos de entrada:

□ Escáneres y cámaras digitales

- Fenomenológico: sensibilidades espectrales y función de conversión opto-electrónica (OECF)
- Ad-hoc: polinomio 2º orden RGB vs. $L^*a^*b^*$

■ Dispositivos salida:

□ Visualización (displays):

- Fenomenológico: radiancias espectrales primarios y función de conversión electro-óptica (EOCF)

□ Impresión:

- Fenomenológico: spectral Neugebauer-Yule-Nielsen
- Ad-hoc: interpolación 4-D CMYK $\rightarrow L^*a^*b^*$, y, regresión polinómica $L^*a^*b^* \rightarrow CMYK$



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



Usos de los modelos de caracterización de color

■ Entrada conocida:

- Datos locales (digitales) del dispositivo

■ Salida: a buscar

- \Rightarrow *forward* (hacia delante): obtención de la gama de colores reproducibles

■ Entrada conocida:

- Estímulo color: vía $L^*a^*b^*$, o a nivel espectral

■ Salida: a buscar


- \Rightarrow *inverse* (hacia atrás): formulación de color

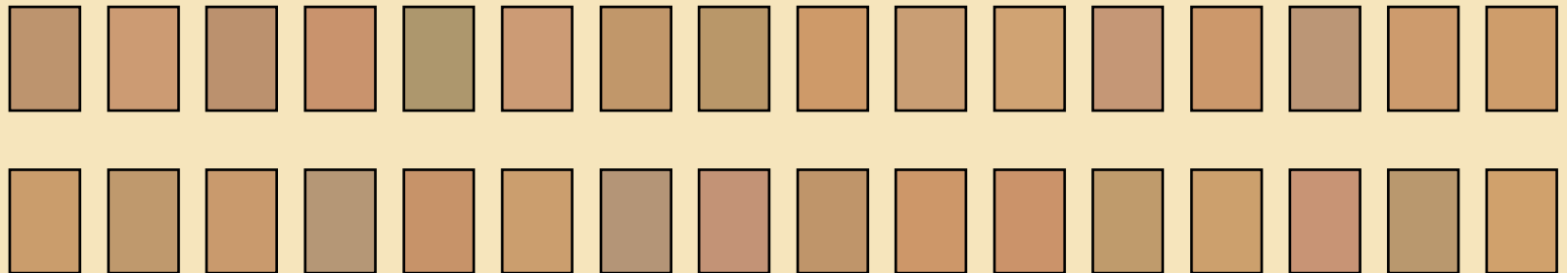


- ¿Qué combinación de colorantes (primarios) se necesita para conseguir el color deseado?

Otro enfoque para pruebas de aceptación final (I)

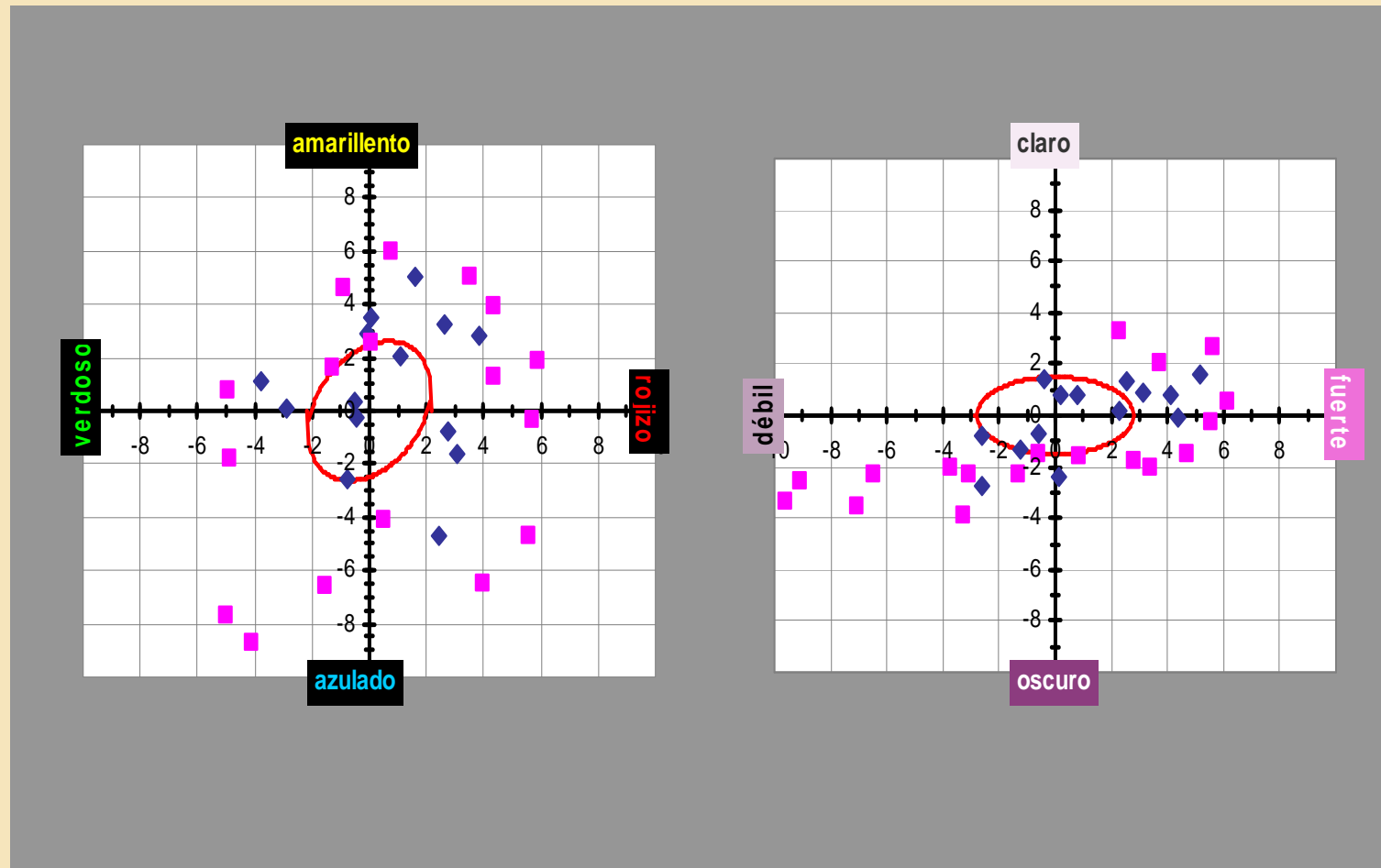
- Basado en tolerancias de color para colores homogéneos. Situación habitual:
 - No se iguala al 100 % el color del cliente
 - Colorantes originales desconocidos
 - Fluctuaciones difíciles de controlar en el proceso de tinción

- Ejemplo: color “beige”  igualado y valorado 32 veces

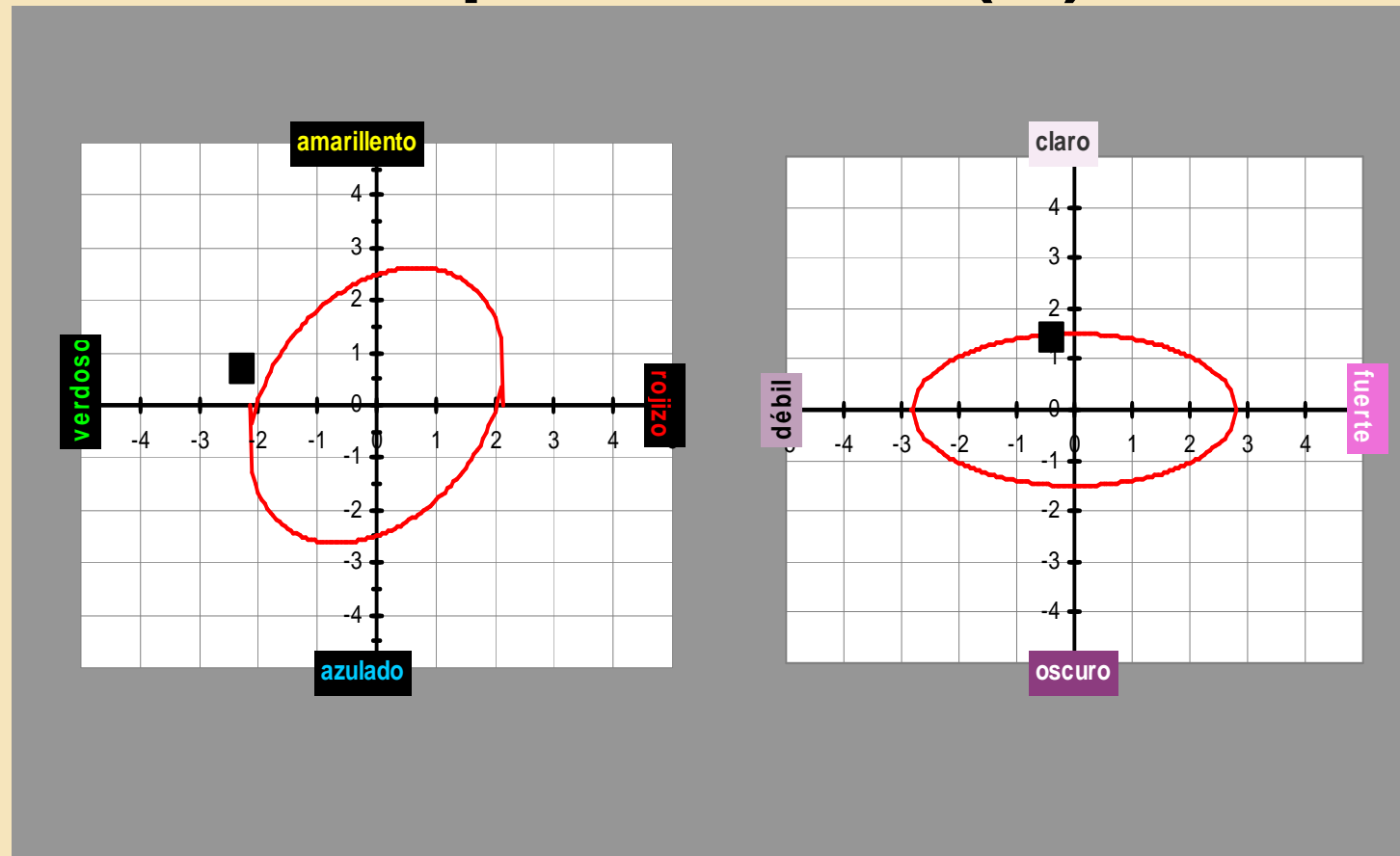


- Hoy: ¿  ? ¿Qué dirá mañana el cliente?

Otro enfoque para pruebas de aceptación final (II)



Otro enfoque para pruebas de aceptación final (III)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



$$si \quad \left(\frac{a_{std}^* \cdot \Delta b^* - b_{std}^* \cdot \Delta a^*}{C_{std}^* \cdot T_H} \right)^2 + \left(\frac{a_{std}^* \cdot \Delta a^* + b_{std}^* \cdot \Delta b^*}{C_{std}^* \cdot T_C} \right)^2 + \left(\frac{\Delta L^*}{T_L} \right)^2 < 1 \Rightarrow PASA$$

Caracterización y gestión del color con materiales y soportes especiales

- **¿Cómo empezar con nuevos materiales a colorear / imprimir?**
 - Tintas con gonicromatismo, fluorescencia, etc
 - Tintas basadas en nanopigmentos, etc
 - Lonas (fibras textiles), papel especial, plásticos, etc
- **Principios de caracterización:**
 - Selección de modelo-caracterización:
 - Nivel deseable de igualación de color:
 - Espectral vs. colorimétrico
 - Fenomenológico vs. matemático (ad-hoc)
 - Ventajas e inconvenientes



Mesa Redonda

- **Cuantificación numérica de la percepción de colores cuasi-invisibles o tenues**
- **Pruebas de aceptación para clientes**
- **Definición y control de la reproducción / gestión del color en materiales especiales**
- **Otras problemáticas:**
 - tintas indistinguibles en VIS, pero opacas (visibles) en IR
 - comercio electrónico: conservación de la apariencia-color-imagen según diferentes dispositivos en la comunicación vía Internet
 - gestión del color independiente del software comercial (sistema operativo, etc), ...



aido
OPTICA COLOR IMAGEN
Instituto tecnológico



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

